

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international(43) Date de la publication internationale  
12 septembre 2003 (12.09.2003)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
WO 03/074199 A2(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> : B05D 3/06,  
3/02(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR03/00733

(22) Date de dépôt international : 6 mars 2003 (06.03.2003)

(25) Langue de dépôt : français

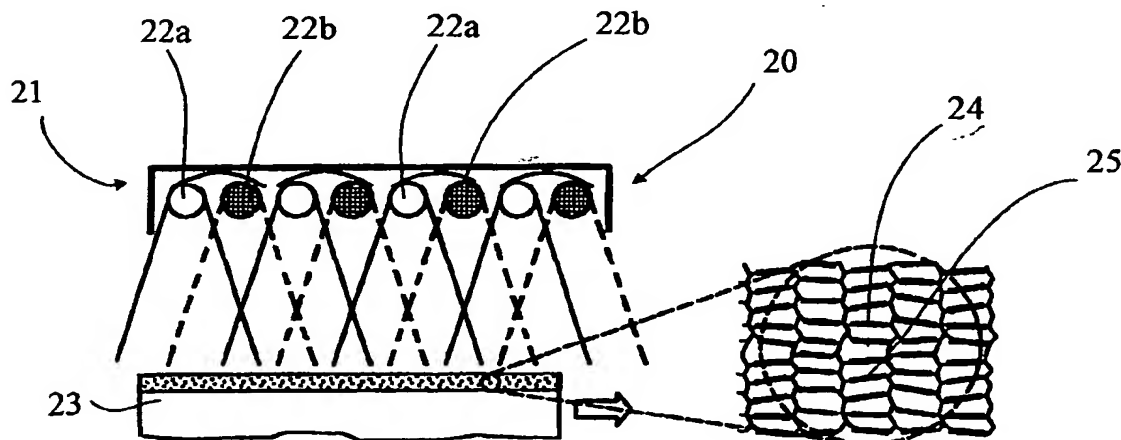
(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
02/02921 6 mars 2002 (06.03.2002) FR(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : SOLA-  
RONICS TECHNOLOGIES [FR/FR]; Rue du kemmel  
Z.I. n°3, F-59280 Armentières (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : HANSZ,  
Bernard [FR/FR]; 3, rue du Mont Gargot, F-25600 Nom-  
may (FR). GAUTHIER, Jean-Jacques [FR/FR]; 78, rue  
Clémenceau, F-68800 Thann (FR). BENHAMOU, Fran-  
cis [FR/FR]; 29 chemin du moulin D'arche, F-69370 Saint  
Didier Au Mont D'Or (FR).(74) Mandataire : NITHARDT, Roland; Cabinet Nithardt et  
Associés S.A., B.P. 1445, F-68071 Mulhouse Cedex (FR).(81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ,  
BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ,  
DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,  
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,  
LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,  
MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE,  
SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,  
VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

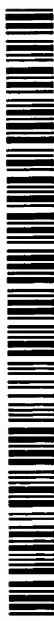
[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD FOR PHOTOPOLYMERIZATION OF A POLYMERISABLE COATING, INSTALLATION THEREFOR  
AND PRODUCT COMPRISING THE COATING OBTAINED(54) Titre : PROCEDE DE PHOTOPOLYMERISATION D'UN REVETEMENT POLYMERISABLE, INSTALLATION POUR  
LA MISE EN OEUVRE DE DE PROCEDE ET PRODUIT PORTANT UN REVETEMENT OBTENU

(57) Abstract: The invention concerns a method for photopolymerizing a polymerisable coating applied on a substrate as well as an installation for implementing said method, enabling very high quality coatings to be obtained and polymerization time to be significantly reduced. Said method is essentially characterized in that it consists in performing at least two rapid simultaneous or successive exposures of the coating deposited on the substrate to infrared rays having different wavelengths derived from at least one generator of short infrared rays (22a) and from at least one generator of medium infrared rays (22b) arranged on the side of said substrate surface (23). The invention is useful for coating industrial and/or household objects made of wood, metal, synthetic or composite materials, or mixtures thereof or the like.

[Suite sur la page suivante]

BEST AVAILABLE COPY



WO 03/074199 A2



(84) États désignés (*régional*) : brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Déclaration en vertu de la règle 4.17 :**

— *relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv)) pour US seulement*

**Publiée :**

— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport*

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

(57) **Abrégé :** La présente invention concerne un procédé de photopolymérisation d'un revêtement polymérisable appliqué sur un substrat ainsi qu'une installation pour la mise en oeuvre de ce procédé, permettant d'obtenir des revêtements de très haute qualité et de réduire considérablement le temps de polymérisation. Ce procédé se distingue essentiellement par le fait que l'on procède à au moins deux insulations simultanées ou successives rapides du revêtement déposé sur le substrat par des rayonnements infrarouges de longueurs d'ondes différentes provenant d'au moins un générateur de rayonnements infrarouges courts (22a) et d'au moins un générateur de rayonnements infrarouges moyens (22b) disposés du côté de ladite surface du substrat (23). Les domaines d'utilisation concernent le revêtement d'objets industriels et/ou domestiques en bois, en métal, en matières synthétiques ou composites, en mélange de ces matières ou similaires.

**PROCEDE DE PHOTOPOLYMERISATION D'UN REVETEMENT  
POLYMERISABLE, INSTALLATION POUR LA MISE EN ŒUVRE DE CE  
PROCEDE ET PRODUIT OBTENU**

5 **Domaine technique :**

La présente invention concerne un procédé de photopolymérisation d'un revêtement sur au moins une surface d'un substrat, dans lequel on soumet le revêtement appliqué sur le substrat à au moins une première insolation par des rayonnements infrarouges de longueur d'onde courte ou moyenne.

Les revêtements concernés sont par exemple des peintures, des vernis, des revêtements plastiques se présentant sous forme de poudre et ou de solution.

15 Elle concerne également une installation pour la mise en œuvre du procédé comportant au moins un châssis, au moins une première zone d'insolation du revêtement pourvue de générateurs de rayonnements infrarouges courts ou moyens.

20 L'invention concerne également un produit constitué d'un substrat recouvert sur au moins l'une de ses surfaces d'au moins un revêtement polymérisé.

Dans la suite du texte, on appellera respectivement rayonnements infrarouges courts et moyens les rayonnements infrarouges ayant respectivement leur maximal de pic d'émission inférieur à 1,4 microns et compris entre 1,4 et 3 microns.

25 **Technique antérieure :**

Les procédés de polymérisation connus s'effectuent généralement par le traitement dans un four à air chaud. Dans ce cas, le chauffage est lent et nécessite des temps de polymérisation très longs car on provoque généralement une

**COPIE DE CONFIRMATION**

pellicule sèche à la surface du revêtement à polymériser avant le séchage de la couche intérieure du revêtement. On a alors tendance à surchauffer la surface du revêtement pour obtenir le séchage de sa couche intérieure, d'où risque de cloques et/ou de sur cuisson.

5

Aussi, de plus en plus souvent, on utilise des procédés de photopolymérisation dans lesquels la polymérisation du revêtement est obtenu au moyen de rayonnements infrarouges courts ou moyens qui pénètrent la couche du revêtement pour la sécher sur toute son épaisseur. Néanmoins, ce procédé est  
10 très difficile à régler avec des risques de sur cuisson ou d'aspect peau d'orange inacceptables. C'est la raison pour laquelle, avec les installations actuelles, on effectue un préchauffage à l'aide d'un spectre d'ondes court et/ou moyen, la fin de la cuisson étant réalisée par air chaud.

15 Selon une autre approche, on utilise des générateurs ultra violet associés à des revêtements comportant des photo-amorceurs qui captent l'énergie des rayonnements, la transmettent à des oligomères également contenus dans le revêtement afin de lancer la réaction de polymérisation en chaîne du revêtement. Ces photo-amorceurs autorisent ainsi une photopolymérisation à basse  
20 température. Néanmoins, pour l'obtention d'une bonne polymérisation, l'épaisseur du revêtement doit être limitée. En outre, ces revêtements spécifiques ont un coût élevé et rendent le procédé cher à mettre en œuvre.

Pour palier ces difficultés, l'industrie a cherché d'autres solutions.

25

Par exemple, le procédé décrit dans la publication WO-01/62401 consiste à effectuer un thermolaquage de pièces de carrosserie d'automobile, dans lequel on effectue la polymérisation d'une laque, obtenue à partir de pigments en suspension dans de l'eau, par de la chaleur uniquement ou par de la chaleur  
30 combinée à un rayonnement actinique.

Le procédé décrit dans la publication WO-01/64794 consiste à obtenir la polymérisation de la peinture au moyen de rayonnements infrarouges proches et de rayonnements ultra violets et/ou de radiations électroniques appliqués successivement ou simultanément en préchauffant la peinture au moyen des rayonnements infrarouges proches puis en la polymérisant au moyen des rayonnements ultra violets. Ce procédé nécessite donc l'utilisation de peintures et de résines spécifiques, sensibles aux rayonnements ultra violets et d'un coût élevé.

10 Le procédé de polymérisation décrit dans la publication WO-02/11903 est obtenu notamment par l'application de rayonnements infrarouges et en particulier de rayonnements infrarouges proches d'une même longueur d'onde. L'utilisation de rayonnements infrarouges proches implique de très hautes puissances radiatives et est particulièrement difficile à régler surtout sur des substrats thermosensibles.

Enfin, un autre procédé décrit dans la publication WO-00/35597 consiste à soumettre la surface à traiter à une source de rayonnements ultraviolets qui comporte une fraction d'infrarouges dans son spectre d'émission et à interposer de manière alternative, entre la source de rayonnements et la surface à traiter des filtres ultraviolets et des filtres infrarouges pour provoquer sélectivement une irradiation ultraviolets ou infrarouges ce qui limite le rendement énergétique.

25 Tous ces procédés connus appliquent l'énergie nécessaire à la photopolymérisation sous la forme de rayonnements divers de façon plus ou moins empirique. Or, une polymérisation optimale consiste à contrôler avec précision l'évolution de la température à l'intérieur même de la couche de peinture.

De ce fait, la qualité de la couche de peinture obtenue par les procédés précédemment décrits est médiocre et parfois aléatoire, et en outre les temps d'exposition aux rayonnements sont longs, ce qui influence négativement la productivité d'une telle installation. Ces procédés ne permettent pas de traiter des  
5 substrats ayant des formes complexes, ni des séries successives de substrats de formes différentes. Leur application est donc limitée.

Exposé de l'invention :

10 Le but de la présente invention est de pallier les inconvénients mentionnés ci-dessus en offrant un procédé de photopolymérisation d'une couche de peinture appliquée sur un substrat ainsi qu'une installation pour la mise en œuvre de ce procédé, simple, économique, permettant de réduire considérablement le temps de polymérisation, de traiter des substrats ayant des formes complexes,  
15 de traiter des séries successives de substrats ayant des formes différentes et d'améliorer considérablement la qualité des substrats peints obtenus.

Ce but est atteint par le procédé spécifié en préambule et caractérisé en ce que l'on soumet le revêtement à au moins une deuxième insolation par des  
20 rayonnements infrarouges de longueur d'onde respectivement moyenne ou courte, les rayonnements infrarouges courts et moyens provenant de générateurs de rayonnements infrarouges courts et moyens disposés du côté de la surface du substrat.

25 On effectue de préférence la première insolation par des rayonnements infrarouges de longueur d'onde courte et la seconde insolation par des rayonnements infrarouges de longueur d'onde moyenne.

De manière préférentielle, on module chaque insolation en puissance et/ou en  
30 temps en fonction de la température instantanée du revêtement.

Selon les besoins, on peut effectuer lesdites insolations simultanément ou successivement de sorte que la durée de chaque insolation soit inférieure à trente secondes et de préférence inférieure à cinq secondes. On peut également effectuer au moins une insolation complémentaire au moyen de rayonnements infrarouges moyens.

On déplace avantageusement, selon une trajectoire prédéterminée, le substrat par rapport aux générateurs de rayonnements infrarouges courts et/ou moyens et/ou les générateurs de rayonnements infrarouges courts ou moyens par rapport au substrat.

De manière avantageuse, on procède à un ensemble de séquences d'insolations, chaque séquence comprenant au moins les première et seconde insolations.

L'utilisation simultanée et/ou successive de rayonnements infrarouges courts et moyens permet d'élever la température de l'interface située entre le substrat et le revêtement suivant une courbe décalée par rapport à celle de la surface du substrat.

De préférence, on utilise des générateurs de rayonnements infrarouges rapides ayant une faible inertie thermique et des temps de réaction à l'émission ou à l'extinction inférieurs à une seconde, les rayonnements infrarouges courts ayant une longueur d'onde du pic d'émission comprise entre 0,4 et 1,4 micromètres et de préférence sensiblement égale à 1 micromètre et les rayonnements infrarouges moyens ayant la longueur d'onde du pic d'émission comprise entre 1,4 et 3 micromètres et de préférence sensiblement égale à 1,7 micromètres.

Selon les variantes, on peut utiliser des rayonnements ultraviolets en combinaison avec lesdits rayonnements infrarouges courts et moyens.

Ce but est également atteint par l'installation telle que définie en préambule et caractérisée en ce qu'elle comporte au moins une seconde zone d'insolation pourvue de générateurs de rayonnements infrarouges respectivement moyens ou courts, les générateurs de rayonnements infrarouges courts et moyens  
5 étant disposés du côté de la surface du substrat.

De manière avantageuse, la première zone d'insolation est pourvue de générateurs de rayonnements infrarouges courts et la seconde zone d'insolation de générateurs de rayonnements infrarouges moyens.

10

L'installation comporte avantageusement au moins un générateur de rayonnements infrarouges moyens complémentaires.

15

Dans une forme de réalisation préférentielle, les générateurs de rayonnements infrarouges courts ou moyens sont réglables en puissance et/ou en temps en fonction de la température instantanée dudit revêtement et agencés pour que les zones d'insolation soient au moins en partie superposées.

20

L'installation comporte de préférence des moyens de transport agencés pour déplacer, selon une trajectoire prédéterminée, le substrat par rapport au générateurs de rayonnements infrarouges courts et/ou moyens et/ou les générateurs de rayonnements infrarouges courts et/ou moyens par rapport au substrat.

25

Les générateurs de rayonnements infrarouges courts et/ou moyens sont avantageusement disposés par groupe comprenant chacun au moins un générateur de rayonnements infrarouges courts et au moins un générateur de rayonnements infrarouges moyens.

30

Dans la forme de réalisation préférée de l'invention, les générateurs de rayonnements infrarouges courts et/ou moyens sont montés mobiles en translation



par rapport au châssis et associés à des moyens d'entraînement agencés pour modifier la distance d'insolation entre les générateurs de rayonnements infrarouges courts et/ou moyens et la surface du substrat.

- 5 Pour polymériser au moins un revêtement appliqué sur deux surfaces opposées d'un même substrat, les générateurs de rayonnements infrarouges courts et/ou moyens sont disposés de chaque côté du substrat pour l'insoler sur ses deux surfaces opposées.
- 10 Les générateurs de rayonnements infrarouges courts et/ou moyens sont de préférence montés sur au moins un portique suspendu au châssis et porté par au moins un chariot mobile en translation dans au moins un rail de guidage solidaire du châssis, les moyens d'entraînement comportant au moins un organe d'actionnement et une transmission entre l'organe d'actionnement et le chariot.
- 15 Les moyens d'insolation peuvent également être montés mobiles en rotation par rapport au châssis autour d'axes et associés à des moyens de pivotement agencés pour modifier l'angle d'insolation sur ladite surface à traiter du substrat en faisant pivoter les générateurs de rayonnements infrarouges courts et/ou moyens
- 20 simultanément ou indépendamment.

Dans la forme de réalisation préférée, chaque générateur de rayonnements infrarouges courts et/ou moyens est logé dans une cassette couplée aux moyens de pivotement, les cassettes étant montées de manière adjacente sur le portique.

- 25 Chaque cassette comporte avantageusement un corps tubulaire sensiblement cylindrique pourvu d'au moins un réflecteur devant lequel est placé au moins un tube émetteur formant un générateur de rayonnements infrarouges courts et/ou moyens.

De plus, la cassette peut être creuse de manière à pouvoir être traversée par un circuit d'air de refroidissement.

5 Selon les variantes de réalisation, les moyens d'insolation peuvent comporter des générateurs de rayonnements ultraviolets utilisés en combinaison avec lesdits générateurs de rayonnements infrarouges courts et moyens.

10 Selon le mode de réalisation préférée, l'installation comporte au moins un générateur auxiliaire de rayonnements infrarouges courts et/ou moyens disposé à une extrémité latérale d'au moins une des zones d'insolation définie par les générateurs de rayonnements infrarouges courts et moyens précédents, le générateur auxiliaire pouvant être également couplé à des moyens de pivotement.

15 Cette installation est avantageusement complétée par au moins une unité de gestion informatisée agencée pour commander automatiquement les générateurs de rayonnements infrarouges courts et moyens, des moyens d'entraînement et de pivotement en fonction de la forme et des dimensions du substrat ainsi que de l'épaisseur et de la nature de la couche de peinture à polymériser.

20 Ce but est également atteint par le produit selon le préambule et caractérisé en ce qu'il est obtenu par le procédé précédent.

Description sommaire des dessins :

25 La présente invention et ses avantages seront mieux compris à la lecture de la description détaillée d'une mise en œuvre préférée du procédé de l'invention, en référence aux dessins annexés, donnés à titre indicatif et non limitatif, dans lesquels :

30 - la figure 1 représente schématiquement une installation pour la mise en œuvre du procédé selon l'art antérieur,

- la figure 2 représente schématiquement une installation pour la mise en œuvre du procédé selon l'invention,
- 5 - la figure 3 est une vue d'ensemble d'une installation selon l'invention,
- la figure 4 représente schématiquement un côté des moyens d'insolation de l'installation de la figure 3 selon les flèches IV-IV,
- 10 - la figure 5 représente schématiquement une coupe selon les flèches V-V de l'installation de la figure 3,
- la figure 6 est une section agrandie d'une cassette équipée d'un générateur de rayonnements infrarouges formant lesdits moyens d'insolation de la figure 4, et
- 15 - les figures 7A-B sont des vues partielles respectivement de dessus, de côté et de face des moyens d'insolation de la figure 4.

#### Illustration de la technique antérieure :

20

La figure 1 illustre schématiquement une installation 10 selon l'art antérieur qui comporte une cassette unique 11 de générateurs de rayonnements infrarouges d'une longueur d'onde prédéterminée soit courte soit moyenne. Ces rayonnements infrarouges sont appliqués longtemps sur la surface à traiter d'un substrat 13

25 préalablement recouverte d'un revêtement en poudre ou en solution, tel que par exemple de la peintures de type polyester, un vernis, un revêtement en matériaux synthétiques ou tout autre revêtement similaire contenant des oligomères polymérisant. Ce procédé est long à mettre en œuvre. De plus, à cause des difficultés de réglage, le résultat final est un revêtement de mauvaise qualité pas

30 assez polymérisé ou surchauffé avec création de cloque et ayant une dureté et une durée de vie réduites.

Illustration de l'invention :

L'installation 20 selon l'invention et illustrée par la figure 2 comporte une  
5 cassette 21 unique pourvue de générateurs de rayonnements infrarouges de  
longueurs d'ondes différentes, par exemple des générateurs de rayonnements  
infrarouges courts 22a et des générateurs de rayonnements infrarouges  
moyens 22b. Ces générateurs de rayonnements infrarouges courts 22a et  
moyens 22b sont de préférence de type rapide et présentent des temps de  
10 réaction à l'émission et à l'extinction inférieurs à une seconde. Les  
rayonnements infrarouges courts peuvent avoir une longueur d'onde du pic  
d'émission au moins comprise entre 0,4 et 1,4 micromètres et de préférence  
sensiblement égale à 1 micromètre et les rayonnements infrarouges moyens  
15 peuvent avoir une longueur d'onde du pic d'émission au moins comprise entre  
1,4 et 3 micromètres et de préférence sensiblement égale à 1,7 micromètres.  
Dans l'exemple illustré, les générateurs de rayonnements infrarouges courts  
22a et moyens 22b sont disposés dans la cassette 21 de manière alternative,  
ce qui permet d'obtenir une insolation séquentielle rapide de la surface d'un  
substrat 23 qui défile en continu devant les générateurs de rayonnements  
20 infrarouges courts 22a et moyens 22b.

D'autres dispositions non représentées des générateurs de rayonnements  
infrarouges courts 22a et moyens 22b dans la cassette 21 peuvent également  
être envisagées.

25

Les rayonnements infrarouges courts et moyens sont appliqués sur la surface à  
traiter du substrat 23, cette surface ayant au préalable été enduite d'une couche de  
peinture, par exemple en poudre, en solution ou en suspension, du type polyester  
ou similaire, qui contient des oligomères polymérisant respectivement sous l'effet  
30 de rayonnements infrarouges courts ou moyens. Grâce à la disposition particulière  
des générateurs de rayonnements courts 22a et moyens 22b, on applique,

simultanément ou successivement en séquences rapides, des rayonnements infrarouges courts et des rayonnements infrarouges moyens, qui provoquent une polymérisation simultanée des oligomères 24 répondant aux infrarouges courts et des oligomères 25 répondant aux infrarouges moyens ces derniers ne pouvant plus être piégés par les premiers. Ainsi, on chauffe en priorité l'interface entre le revêtement et le substrat 23 et on élève progressivement la température dans l'épaisseur du revêtement jusqu'à sa surface. On fait ainsi suivre à l'interface et au revêtement, en ses différentes épaisseurs, des courbes de températures différentes. Le résultat final est un revêtement de très bonne qualité, une dureté du revêtement considérablement augmentée et un temps de traitement réduit. Les durées de traitement passent de 8-10 minutes selon l'art antérieur à 1-3 minutes avec le procédé de l'invention, la durée de chaque insolation étant inférieure à trente secondes et de préférence inférieure à cinq secondes. Les duretés BUCHHOLZ du revêtement obtenu passent de 80-90 à 110 avec le procédé de l'invention.

Le substrat 23 est habituellement en mouvement et passe sous la cassette 21 des générateurs de rayonnements courts 22a et moyens 22b. Ces générateurs de rayonnements ont été décrits en référence à la figure 2 comme étant des générateurs de rayonnements infrarouges courts 22a et moyens 22b. Ils peuvent également englober des générateurs de rayonnements ultraviolets et/ou des générateurs de rayonnements infrarouges longs. Toutes les combinaisons sont possibles en fonction de la nature des revêtements et de la nature des substrats 23 et de la surface à traiter. Cette surface peut être en métal, en bois, en matériaux synthétiques, en matériaux composites, en une combinaison de ces matériaux ou en tout autre matériau similaire. Bien entendu, avant l'application de la couche de peinture, le substrat 23 peut subir des traitements physiques et/ou chimiques préparatoires connus comme par exemple un décapage, un dégraissage, un grenailage, un sablage, un préchauffage, etc. qui facilitent et améliorent l'application de la couche de peinture puis sa polymérisation par rayonnements infrarouges.

Meilleure manière de réaliser l'invention :

Les figures 3 à 7 illustrent une forme de réalisation préférée d'une installation  
5 200 selon l'invention. Cette installation 200 est un four à rayonnements  
infrarouges comportant notamment un châssis 210, des zones d'insolation A1,  
A2 délimitées par des générateurs de rayonnements infrarouges courts 22a et  
moyens 22b, les zones d'insolation étant au moins en parties superposées.  
L'installation 200 comporte également des moyens de transport 230 d'un  
10 substrat 23 agencés pour le déplacer selon une trajectoire prédéterminée au  
travers de ladite zone d'insolation A. Cette installation 200 se caractérise par le  
fait qu'elle est suspendue. En effet, le châssis 210 est formé de rails de  
guidage 211 fixés par exemple au plafond de manière à porter les générateurs  
de rayonnements infrarouges courts 22a et moyens 22b qui se présentent sous  
15 la forme de deux panneaux 220a, 220b suspendus verticalement de part et  
d'autre du plan médian B de l'installation 200 (cf. fig. 3) et correspondant à la  
trajectoire du substrat 23. Le substrat 23 est lui aussi suspendu verticalement à  
un rail de transport 231 fixé par exemple au plafond dans le plan B. Comme on  
le verra plus loin, les générateurs de rayonnements infrarouges courts 22a et  
20 moyens 22b sont montés mobiles en translation selon un axe C  
perpendiculaire plan B (cf. figure 3) de manière à adapter la distance  
d'insolation à la forme du substrat 23 à traiter.

Chaque panneau 220a 220b est formé, en référence à la figure 4, d'un  
25 ensemble de cassettes 221 disposées de manière adjacente et s'étendant  
sensiblement verticalement, c'est-à-dire dans une direction sensiblement  
perpendiculaire au sens de défilement du substrat 23, de manière à irradier les  
faces du substrat 23 sur toute leur hauteur. Dans l'exemple représenté, ces  
panneaux 220a, 220b sont complétés par des cassettes 222 auxiliaires  
30 disposées en partie haute et en partie basse de part et d'autre de l'ensemble  
de cassettes 221, et s'étendant longitudinalement c'est-à-dire dans une

direction sensiblement parallèle au sens de défilement du substrat 23, de manière à irradier les champs supérieur et inférieur du substrat 23.

Chaque cassette 221 comporte, dans l'exemple représenté, une série de  
5 générateurs de rayonnements infrarouges de même longueur d'ondes, soit courts 22a, soit moyens 22b, par exemple quatre générateurs alignés. Les cassettes 221 de longueurs d'ondes différentes se succèdent de manière alternée dans le sens de défilement du substrat 23.

10 Dans d'autres variantes de réalisation non représentées, chaque cassette peut comporter des générateurs infrarouges de longueurs d'ondes différentes.

Sur la figure 4 et en partant de la gauche, la première cassette 221 comporte des générateurs de rayonnements infrarouges courts 22a (IR courts) et les  
15 deux cassettes suivantes 221 des générateurs de rayonnements infrarouges moyens 22b (IR moyens). Ce groupe de trois cassettes 221 est reproduit trois fois dans le même ordre, chaque panneau 220a, 220b comportant au total douze cassettes 221. Ainsi chaque groupe de trois cassettes 221 définit une  
20 séquence d'insolations : une insolation par rayons infrarouges courts suivie de deux insolations par rayons infrarouges moyens, cette séquence d'insolations se répétant successivement et rapidement sur le substrat 23 en cours de défilement. D'autres dispositions peuvent également être envisagées afin de définir d'autres séquences d'insolations répétitives.

25 Sur la figure 4 et en partant de la gauche, les cassettes 222 auxiliaires comportent de gauche à droite : un générateur de rayonnements infrarouges courts 22a (IR courts), deux générateurs de rayonnements infrarouges moyens 22b (IR moyens) et un générateur de rayonnements infrarouges courts 22a (IR courts). Là aussi d'autres dispositions peuvent être envisagées.

Ces panneaux 220a, 220b sont montés mobiles en translation selon un axe C sensiblement perpendiculaire au plan B (cf. figure 3) et associés à des moyens d'entraînement 240 permettant d'adapter la distance d'insolation entre les générateurs de rayonnements infrarouges courts 22a et moyens 22b et le substrat 23 à la forme du substrat 23 à traiter. L'axe C peut avoir toute autre orientation adaptée. Les cassettes 221, 222 formant chaque panneau 220a, 220b sont montées sur un portique 241 suspendu audit châssis 210. Ce portique 241 est porté par des chariots 242 mobiles en translation dans les rails de guidage 211. Les moyens d'entraînement 240 comportent dans l'exemple représenté un organe d'actionnement sous la forme d'une manivelle 243 commandant le déplacement des chariots 242 par une transmission à chaîne et pignons 244. Bien entendu, ceci n'est qu'un exemple parmi tous les mécanismes connus comme les systèmes pignons/crémaillères, poulies/courroies, etc., pouvant être commandés manuellement ou automatiquement par des moteurs ou des vérins. Les moyens d'entraînement 240 des deux panneaux 220a, 220b peuvent être couplés pour les déplacer simultanément et en sens inverse. Ils peuvent aussi être indépendants. En mode automatique, la largeur de la zone d'insolation A peut être adaptée à la forme du substrat 23, détectée avant son entrée dans le four, par exemple au moyen d'un scanner. Ainsi pour un substrat 23 relativement étroit, les panneaux 220a, 220b sont rapprochés, alors que pour un substrat 23 plus volumineux, les panneaux 220a, 220b sont éloignés en fonction de la plus grande largeur du substrat 23. La distance d'insolation est généralement comprise entre 2 cm et 150 cm, cette distance d'insolation étant notamment liée au flux émis par les générateurs de rayonnements infrarouges courts 22a et moyens 22b et à la vitesse de déplacement relatif du substrat 23 par rapport aux générateurs de rayonnements infrarouges courts 22a et moyens 22b.

Selon une variante de réalisation non représentée, chaque générateur de rayonnements infrarouges courts 22a ou moyens 22b peut être solidaire d'un chariot mobile, de manière indépendante par rapport aux autres chariots portant les autres générateurs de rayonnements infrarouges courts 22a ou



moyens 22b. De même, l'installation peut comporter plusieurs portiques indépendants fixes ou mobiles entre eux.

La distance d'insolation peut être constante ou variable et adaptée pendant  
5 l'insolation.

Selon une variante de réalisation non représentée, le substrat est fixe et les panneaux d'insolation sont mobiles selon une trajectoire prédéterminée.

10 En référence à la figure 6, chaque cassette 221, 222 comporte, dans l'exemple représenté, un corps 223 tubulaire sensiblement cylindrique pourvu d'une ouverture longitudinale fermée par un réflecteur 224 parabolique devant lequel est placé un tube émetteur 225 de rayonnements infrarouges. Le réflecteur 224 est  
15 monté dans le corps 223 par l'intermédiaire d'un profilé 226 qui s'emboîte dans une rainure périphérique du réflecteur 224 et se fixe sur le corps 223 par vissage, rivetage, soudure, ou tout autre moyen équivalent. Le réflecteur 224 et le tube émetteur 225 forment lesdits générateurs de rayonnements infrarouges 22a, 22b. Ce réflecteur 224 peut être complété par des ailettes 227 placées à l'avant du tube émetteur 225 et ayant pour fonction de créer un matelas d'air devant ce tube  
20 émetteur 225 pour le protéger des solvants dégagés par la couche de peinture lors de sa polymérisation.

Le corps 223 de chaque cassette 221, 222 étant creux permet d'y faire circuler de l'air pour évacuer les calories dégagées par les tubes émetteurs 225 et éviter les  
25 risques de surchauffe et de casse des tubes. A cet effet, l'installation 200 comporte des circuits d'air 260 pourvus de ventilateurs 261 qui soufflent de l'air frais à l'intérieur des cassettes 221, 222 par des conduits 262 et des vannes de régulation.  
263.

30 Par ailleurs, l'installation 220 comporte des extracteurs d'air (non représentés) en partie haute pour évacuer l'air chaud ambiant mélangé aux solvants dégagés par

la peinture en cours de polymérisation et éviter les risques d'explosion. Cette extraction d'air s'effectue symétriquement à l'intérieur du four pour préserver son équilibre.

5 Les moyens d'insolation 220 sont également mobiles en rotation. A cet effet, chaque cassette 221, 222 est montée mobile en rotation sur le portique 241 et est associée à des moyens d'orientation 250 agencés pour adapter l'angle d'insolation au substrat 23 à traiter. Les cassettes 221 sont mobiles autour d'un axe D sensiblement perpendiculaire au sens de défilement du substrat 23 et les  
10 cassettes 222 sont mobiles autour d'un axe E sensiblement parallèle au sens de défilement du substrat 23. La rotation de ces cassettes 222 peut être réalisée manuellement par une simple poignée ou automatiquement par un moteur ou un vérin.

15 Les figures 7A et B illustrent une forme de réalisation des moyens d'orientation 250 dans laquelle toutes les cassettes 221 d'un même panneau 220a ou 220b sont reliées entre elles par un système de biellettes 251 commandé par un organe d'actionnement sous la forme d'une manette 252. Bien entendu, ceci n'est qu'un exemple parmi tous les mécanismes connus comme les systèmes  
20 pignons/crémaillères, pignons/chaînes, train d'engrenages, etc., pouvant être commandés manuellement ou automatiquement par des moteurs ou des vérins. Il est également possible d'envisager de commander la rotation des cassettes 221 individuellement par exemple au moyen de moteurs pas à pas qui peuvent être facilement programmés.

25

Les cassettes 221 étant cylindriques peuvent être disposées, avantageusement, les unes contre les autres tout en restant mobiles les unes par rapport aux autres. Etant adjacentes, elles empêchent les rayonnements infrarouges de passer entre elles, ce qui aurait pour conséquence de chauffer les parois extérieures du four  
30 d'où des pertes d'énergie importantes et une baisse significative du rendement.

Cette installation 200 est complétée par une unité de gestion informatisée programmable agencée pour gérer et contrôler les paramètres de fonctionnement du four (défilement du substrat 23, circuits de refroidissement et d'extraction d'air, etc.) et pour commander automatiquement les moyens d'insolation 220 ainsi que les moyens d'entraînement 240 et de pivotement 250 en fonction notamment de la forme et des dimensions du substrat 23 ainsi que de l'épaisseur et de la nature de la couche de peinture à polymériser. Cette installation 200 permet de polymériser la couche de peinture sur le substrat 23 qu'elle soit indépendamment appliquée sur une de ses faces ou sur ses deux faces opposées en sélectionnant un des panneaux ou les deux panneaux 220a, 220b des moyens d'insolation 220.

La construction particulière de l'installation 220 telle que décrite permet d'obtenir un four très compact, ne nécessitant pas de calorifugeage, à géométrie variable en fonction de la forme du substrat 23 à traiter et, par conséquent, très flexible permettant de changer rapidement de séries. Les moyens d'insolation 220 tels que décrits peuvent être commandés individuellement en puissance et/ou en temps, ce qui permet d'obtenir une grande souplesse et une qualité optimale de traitement. De plus, sa conception suspendue facilite le nettoyage des sols, notamment lorsqu'elle est installée dans des salles propres avec carrelage.

20

Cette installation 200 permet la mise en œuvre du procédé de photopolymérisation selon l'invention d'une couche de peinture appliquée sur au moins une surface d'un substrat 23 en défilement. Ce procédé consiste à soumettre la couche de peinture à au moins deux insolutions par des rayonnements infrarouges de longueurs d'ondes différentes provenant de deux générateurs de rayonnements infrarouges indépendants disposés successivement par rapport au sens de défilement du substrat 23, le premier étant un générateur de rayonnements infrarouges courts 22a et le deuxième un générateur de rayonnements infrarouges moyens 22b, ces générateurs étant tous deux disposés du côté de la surface à traiter. Le générateur de rayonnements infrarouges courts 22a est agencé pour traverser la couche de peinture et chauffer prioritairement l'interface entre la

30

- surface du substrat et la couche de peinture à une température comprise entre 100 et 300°C et de préférence sensiblement voisine de 190°C selon le type de revêtement utilisé. Tandis que le générateur de rayonnements infrarouges moyens 22b est en concordance spectrale avec la peinture à polymériser, de manière à
- 5 pénétrer à l'intérieur de la couche de peinture et élever progressivement sa température en partant de l'interface jusqu'à sa face extérieure pour atteindre une température extérieure entre 50 et 90°C et de préférence sensiblement voisine de 60°C.
- 10 Ces insulations peuvent être effectuées simultanément ou successivement dans un laps de temps très court. Lorsque la couche de peinture à polymériser est appliquée sur deux surfaces opposées du substrat, les générateurs de rayonnements infrarouges 22a, 22b sont disposés de chaque côté du substrat 23.
- 15 Il est bien entendu que ce procédé de photopolymérisation peut être mis en œuvre par d'autres installations que celle décrite. Par exemple, les moyens d'insolation 220 ne sont pas obligatoirement suspendus. De même, le substrat 23 n'est pas obligatoirement suspendu. Dans ces différentes variantes, les moyens d'entraînement 240 et les moyens de transport 230 doivent alors guider
- 20 respectivement les panneaux d'insolation 220a, 220b et le substrat 23 en partie haute et en partie basse.

La surface à traiter peut être en métal, en bois, en matériaux synthétiques ou composites, en une combinaison de ces matériaux ou en tout autre matériau

25 similaire.

Le même principe de procédé et d'utilisation s'applique à tout type de générateurs équivalents. Ainsi, il est possible d'utiliser des générateurs à gaz, moyennant une adaptation spécifique à cette technologie.

La présente invention n'est pas limitée aux exemples décrits mais s'étend à toute modification et variante évidentes pour un homme de métier tout en restant dans le domaine des revendications annexées.

### Revendications

1. Procédé de photopolymérisation d'un revêtement sur au moins une surface d'un substrat (23), dans lequel on soumet ledit revêtement appliqué sur ledit substrat  
5 (23) à au moins une première insolation par des rayonnements infrarouges de longueur d'onde courte ou moyenne, caractérisé en ce que l'on soumet ledit revêtement à au moins une deuxième insolation par des rayonnements infrarouges de longueur d'onde respectivement moyenne ou courte, lesdits rayonnements infrarouges courts et moyens provenant de générateurs de  
10 rayonnements infrarouges courts (22a) et moyens (22b) disposés du côté de ladite surface du substrat (23).
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on effectue ladite première insolation par des rayonnements infrarouges de longueur d'onde courte  
15 et ladite seconde insolation par des rayonnements infrarouges de longueur d'onde moyenne.
3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on effectue au moins une insolation complémentaire au moyen de générateurs de  
20 rayonnements infrarouges moyens (22b).
4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on module chaque insolation en puissance et/ou en temps en fonction de la température instantanée dudit revêtement.  
25
5. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on effectue lesdites insulations simultanément.
6. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on effectue lesdites  
30 insulations successivement de sorte que la durée de chaque insolation soit inférieure à trente secondes et de préférence inférieure à cinq secondes.

7. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on déplace, selon une trajectoire prédéterminée, ledit substrat (23) par rapport aux-dits générateurs de rayonnements infrarouges courts (22a) et/ou moyens (22b) et/ou  
5 lesdits générateurs de rayonnements infrarouges courts (22a) et/ou moyens (22b) par rapport audit substrat.

8. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on procède à un ensemble de séquences d'insolations, chaque séquence comprenant au moins  
10 lesdites première et seconde insolations.

9. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on élève la température de l'interface située entre ledit substrat (23) et ledit revêtement suivant une courbe décalée par rapport à celle de ladite surface du substrat (23).

15

10. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on utilise au moins des rayonnements infrarouges courts dont la longueur d'onde du pic d'émission est comprise entre 0,4 et 1,4 micromètres et de préférence sensiblement égale à 1 micromètre et au moins des rayonnements infrarouges  
20 moyens dont la longueur d'onde du pic d'émission est comprise entre 1,4 et 3 micromètres et de préférence sensiblement égale à 1,7 micromètres.

11. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on utilise des générateurs de rayonnements infrarouges (22a, 22b) rapides ayant une faible  
25 inertie thermique et des temps de réaction à l'émission ou à l'extinction inférieurs à une seconde.

12. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on utilise également des rayonnements ultraviolets en combinaison avec lesdits rayonnements  
30 infrarouges courts et moyens.

13. Installation (20, 200) pour la mise en œuvre du procédé de photopolymérisation d'un revêtement appliqué sur au moins une surface d'un substrat (23), cette installation comportant au moins un châssis (210), au moins une première zone d'insolation (A1) dudit revêtement pourvue de générateurs de rayonnements infrarouges courts (22a) ou moyens (22b), caractérisée en ce qu'elle comporte au moins une seconde zone d'insolation (A2) pourvue de générateurs de rayonnements infrarouges respectivement moyens (22b) ou courts (22a), lesdits générateurs de rayonnements infrarouges courts (22a) et moyens (22b) étant disposés du côté de ladite surface du substrat (23).

10

14. Installation selon la revendication 13, caractérisée en ce que ladite première zone d'insolation (A1) est pourvue de générateurs de rayonnements infrarouges courts (22a) et que ladite seconde zone d'insolation (A2) est pourvue de générateurs de rayonnements infrarouges moyens (22b).

15

15. Installation selon la revendication 13, caractérisée en ce qu'elle comporte au moins un générateur de rayonnements infrarouges moyens complémentaires (22b).

20

16. Installation selon la revendication 13, caractérisée en ce que lesdits générateurs de rayonnements infrarouges courts (22a) et/ou moyens (22b) sont réglables en puissance et/ou en temps en fonction de la température instantanée dudit revêtement.

25

17. Installation selon la revendication 13, caractérisée en ce que lesdits générateurs de rayonnements infrarouges courts (22a) ou moyens (22b) sont agencés pour que lesdites zones d'insolation (A1, A2) soient au moins en partie superposées.

30

18. Installation selon la revendication 13, caractérisée en ce qu'elle comporte des moyens de transport (230a) agencés pour déplacer, selon une trajectoire



prédéterminée, ledit substrat (23) par rapport aux-dits générateurs de rayonnements infrarouges courts (22a) et/ou moyens (22b) et/ou lesdits générateurs de rayonnements infrarouges courts (22a) et/ou moyens par rapport audit substrat (23).

5

19. Installation selon la revendication 13, caractérisée en ce que lesdits générateurs de rayonnements infrarouges courts (22a) et/ou moyens (22b) sont disposés par groupe comprenant chacun au moins un générateur de rayonnements infrarouges courts (22a) et au moins un générateur de rayonnements infrarouges moyens (22b).

10

20. Installation selon la revendication 13, caractérisée en ce que lesdits générateurs de rayonnements infrarouges courts (22a) et/ou moyens (22b) sont montés mobiles en translation par rapport audit châssis (210) et associés à des moyens d'entraînement (240) agencés pour modifier la distance d'insolation entre lesdits générateurs de rayonnements infrarouges courts (22a) et/ou moyens (22b) et ladite surface du substrat (23).

15

21. Installation selon la revendication 13 agencée pour polymériser au moins un revêtement appliqué sur deux surfaces opposées d'un même substrat (23), caractérisée en ce que lesdits générateurs de rayonnements infrarouges courts (22a) et/ou moyens (22b) sont disposés de chaque côté dudit substrat (23) pour l'insoler sur ses deux surfaces opposées.

20

22. Installation selon la revendication 20, caractérisée en ce que lesdits générateurs de rayonnements infrarouges courts (22a) et/ou moyens (22b) sont montés sur au moins un portique (241) suspendu audit châssis (210) et porté par au moins un chariot (242) mobile en translation dans au moins un rail de guidage (211) solidaire dudit châssis (210) et en ce que lesdits moyens d'entraînement (240) comportent au moins un organe d'actionnement (243) et une transmission (244) entre ledit organe d'actionnement (243) et ledit chariot (242).

25

30

23. Installation selon la revendication 13, caractérisée en ce que lesdits générateurs de rayonnements infrarouges courts (22a) et/ou moyens (22b) sont montés mobiles en rotation par rapport audit châssis (210) autour d'axes (D) et sont associés à des moyens de pivotement (250) agencés pour modifier l'angle d'insolation sur ladite surface du substrat (23) en faisant pivoter lesdits générateurs de rayonnements infrarouges courts (22a) et/ou moyens (22b) simultanément ou indépendamment.

24. Installation selon la revendication 23, caractérisée en ce que chaque générateur de rayonnements infrarouges courts (22a) et/ou moyens (22b) est logé dans une cassette (221) couplée aux-dits moyens de pivotement (250), lesdites cassettes (221) étant montées de manière adjacente sur ledit portique (241).

25. Installation selon la revendication 24, caractérisée en ce que chaque cassette (221) comporte un corps (223) tubulaire sensiblement cylindrique pourvu d'au moins un réflecteur (224) devant lequel est placé au moins un tube émetteur (225) formant un desdits générateurs de rayonnements infrarouges courts (22a) et/ou moyens (22b).

26. Installation selon la revendication 25, caractérisée en ce que lesdites cassettes (221) sont creuses et traversées par un circuit d'air de refroidissement (260).

27. Installation selon la revendication 13, caractérisée en ce qu'elle comporte des générateurs de rayonnements ultraviolets utilisés en combinaison avec lesdits générateurs de rayonnements infrarouges courts (22a) et moyens (22b).

28. Installation selon la revendication 13, caractérisée en ce qu'elle comporte au moins un générateur auxiliaire (222) de rayonnements infrarouges courts et/ou moyens disposé à une extrémité latérale d'au moins une desdites zones

d'insolation (A1, A2) définie par lesdits générateurs de rayonnements infrarouges courts (22a) et moyens (22b), le générateur auxiliaire (222) étant couplé à des moyens de pivotement.

- 5 29. Installation selon l'une quelconque des revendications 13 à 28, caractérisée en ce qu'elle comporte au moins une unité de gestion informatisée agencée pour commander automatiquement lesdits générateurs de rayonnements infrarouges courts (22a) et moyens (22b), lesdits moyens d'entraînement (240) et de pivotement (250), en fonction de la forme et des dimensions dudit substrat (23)
- 10 ainsi que de l'épaisseur et de la nature de la couche de revêtement à polymériser.

30. Produit constitué d'un substrat (23) recouvert sur au moins l'une de ses surfaces d'au moins un revêtement polymérisé, caractérisé en ce qu'il est obtenu par le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 12.

1/5

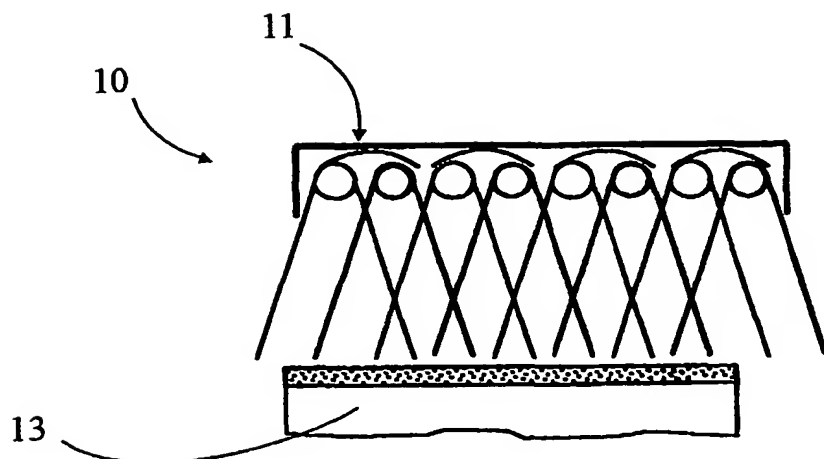


FIG. 1

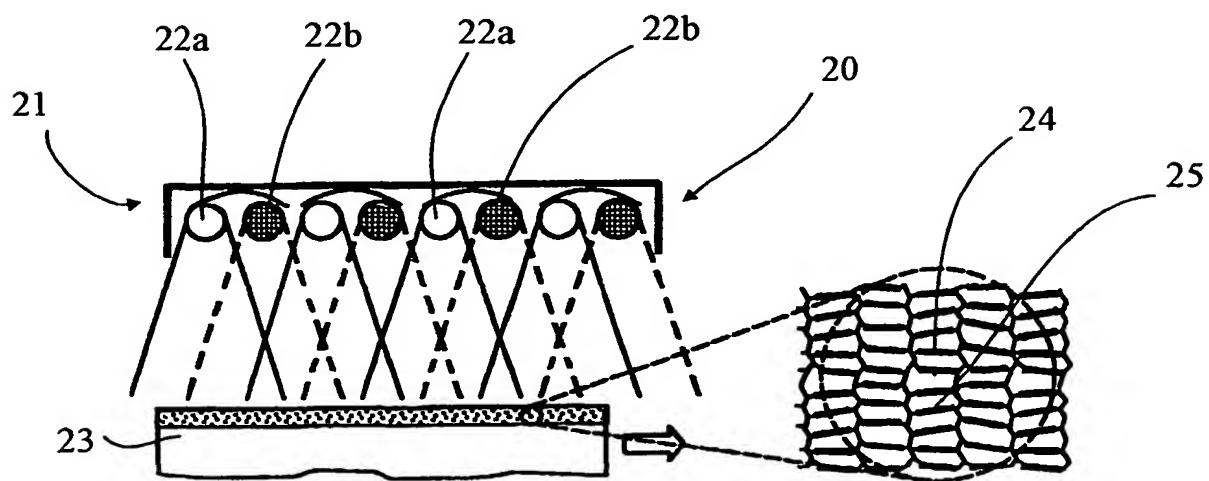
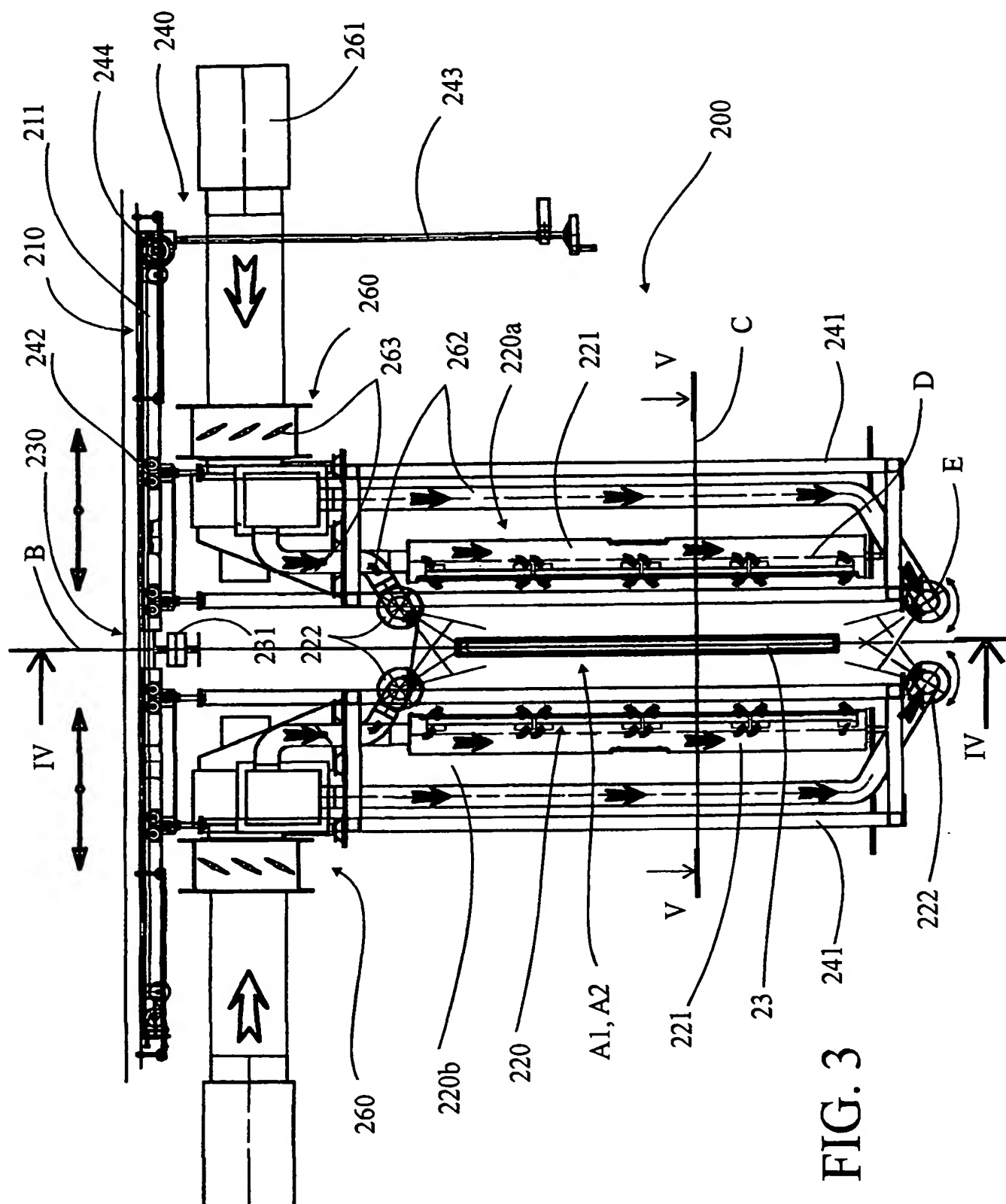


FIG. 2

BEST AVAILABLE COPY



3/5

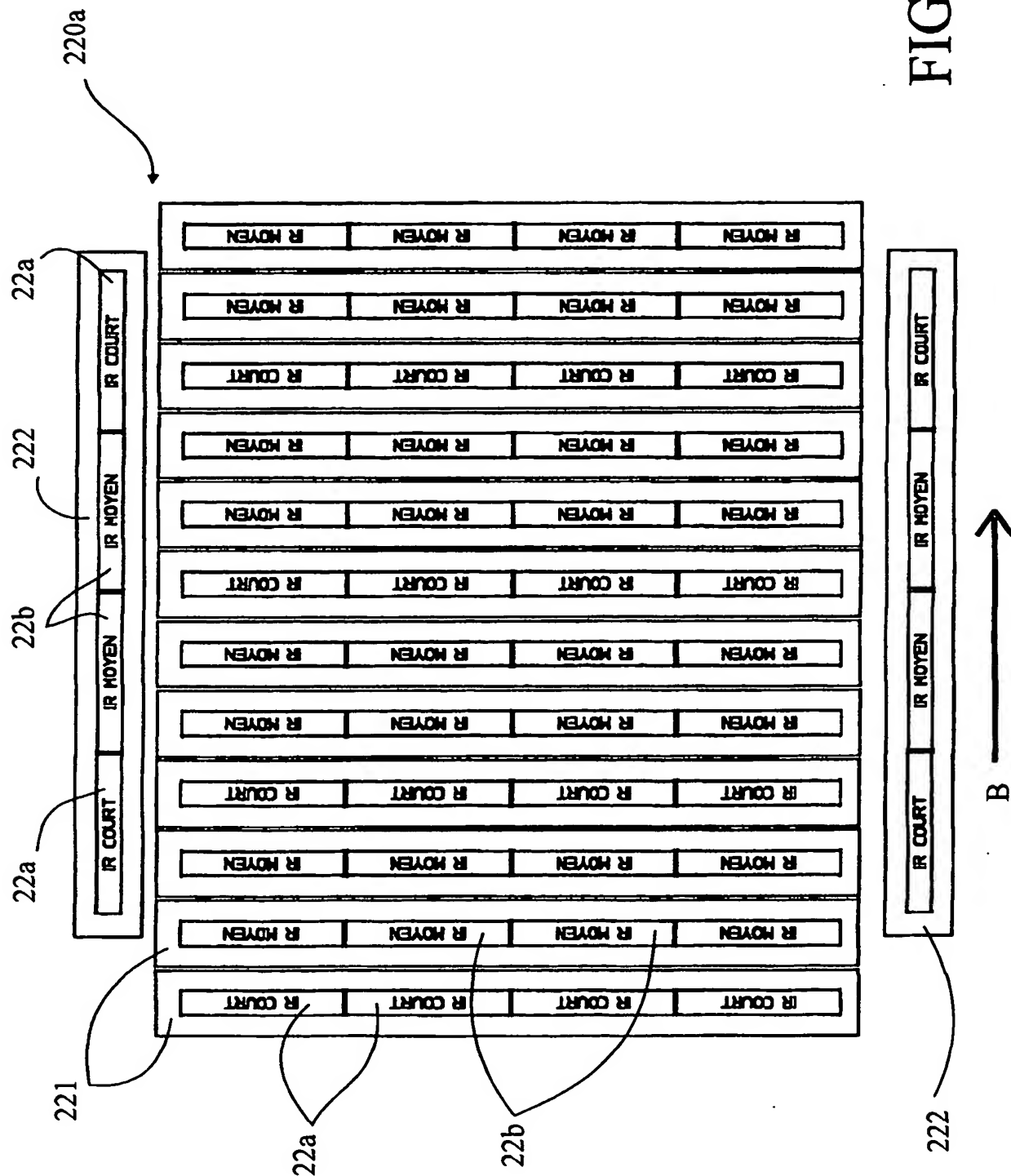


FIG. 4

4/5

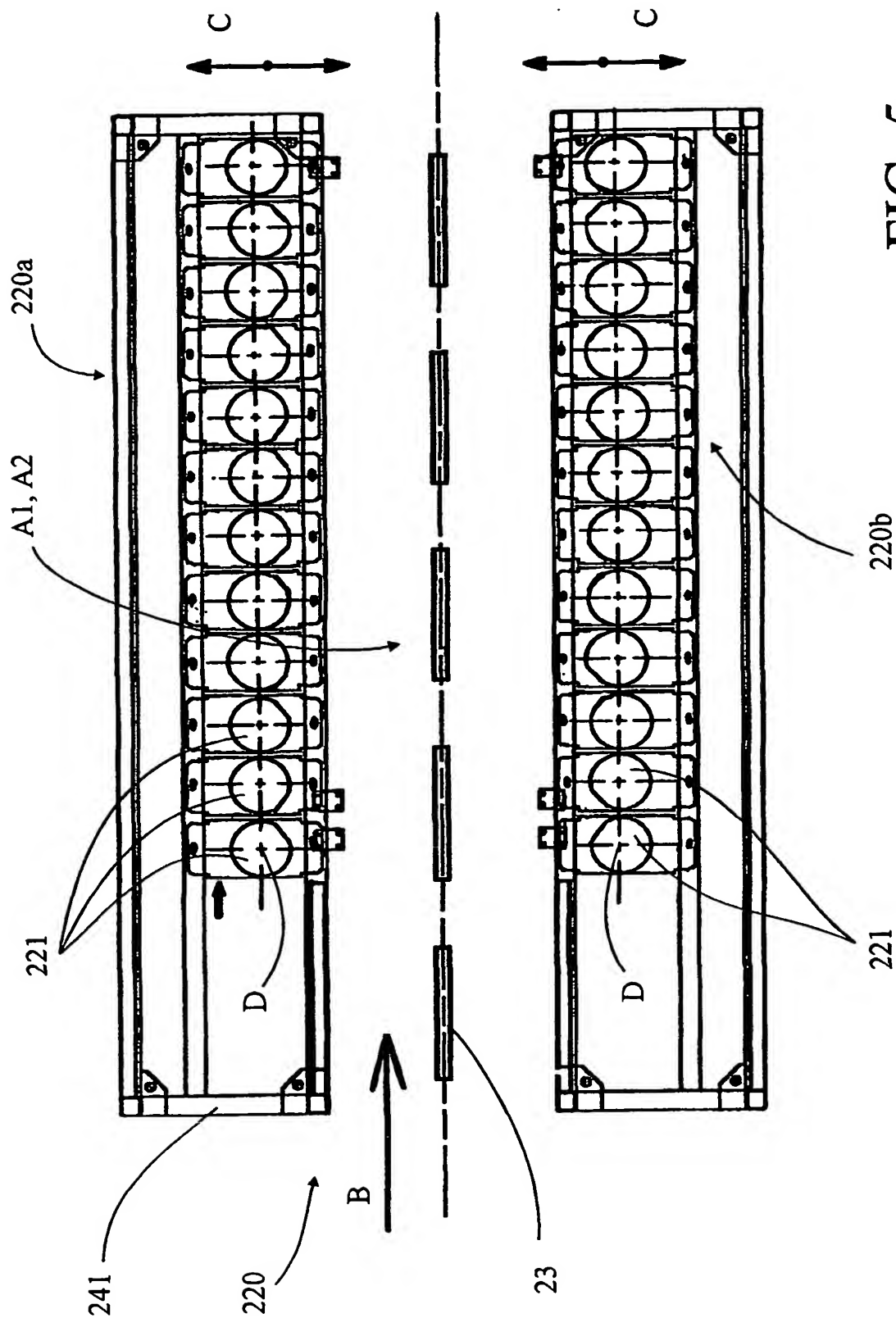


FIG. 5

5/5

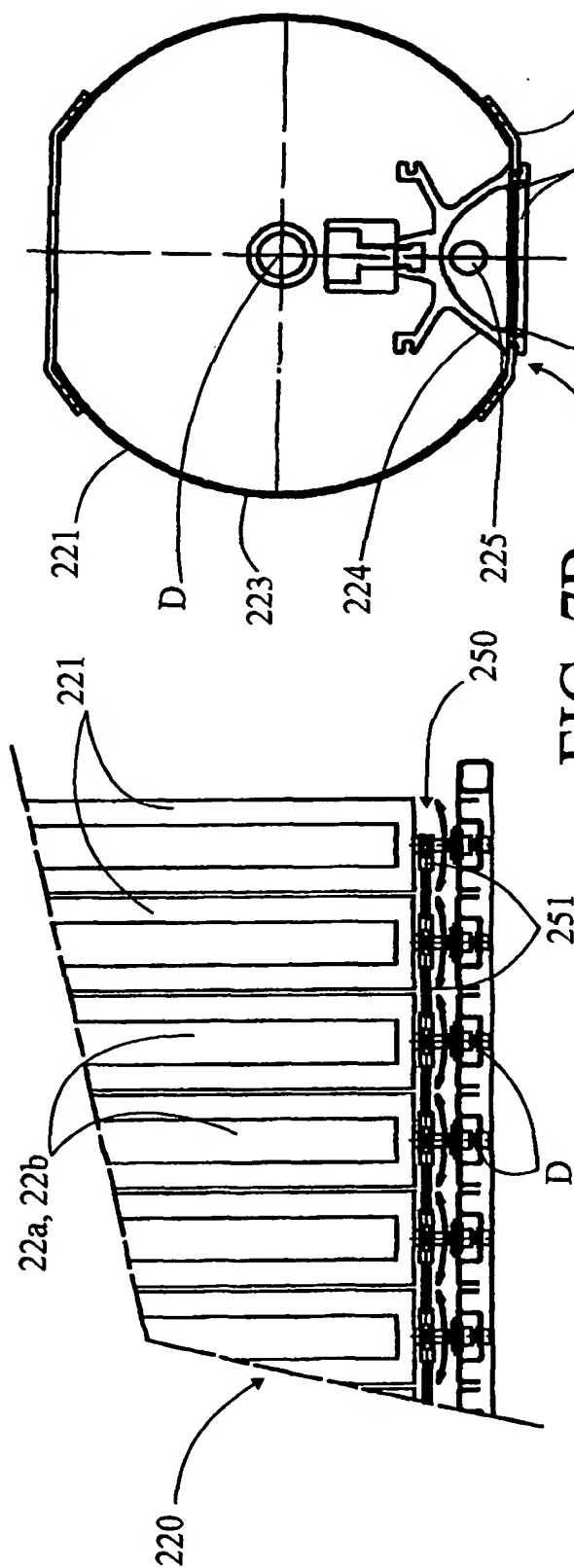


FIG. 7A

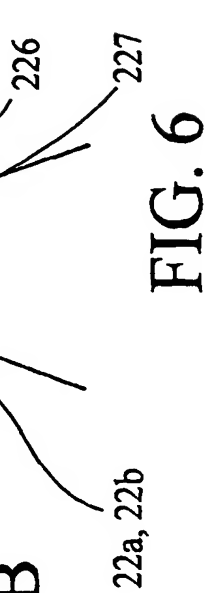


FIG. 7B

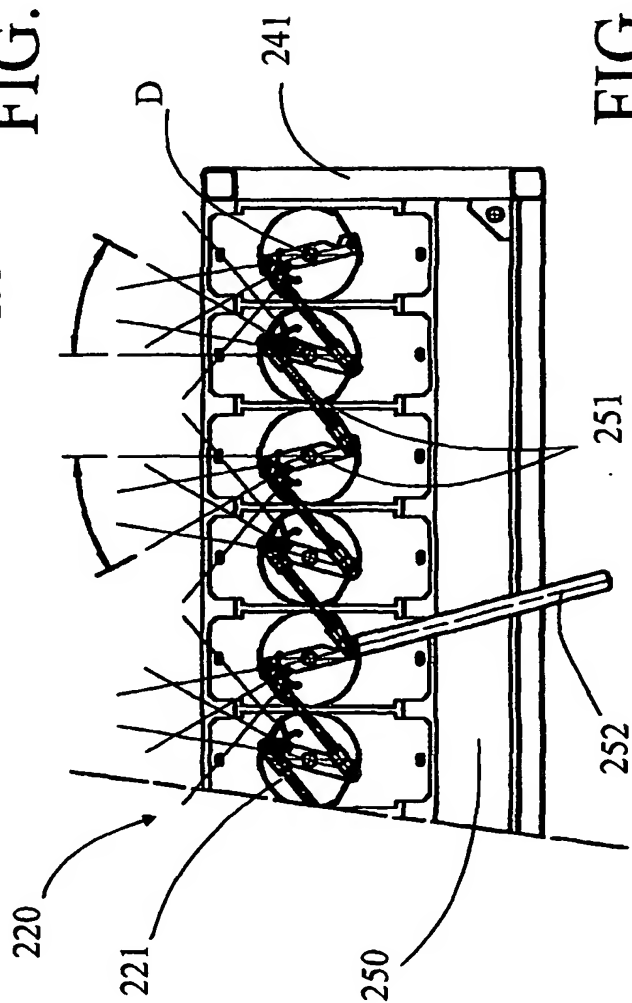


FIG. 6